

**Technische, organoleptische und mikrobiologische
Eigenschaften sowie histologische Merkmale von
Darmsaitlingen und Hautfasersaitlingen**

Eva-Maria Bartenschlager

1978



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Hygiene und Technologie der
Lebensmittel tierischen Ursprungs der Universität München

- Fachbereich Tiermedizin -

Lehrstuhl Prof. Dr. Dr. h. c. L. Kotter

Technische, organoleptische und mikrobiologische
Eigenschaften sowie histologische Merkmale von
Darmsaitlingen und Hautfasersaitlingen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Tiermedizin der Ludwig-Maximilians-Universität



von

Eva-Maria Bartenschlager

aus

München

München 1978

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Tiermedizin der Universität

München

Dekan:	Prof. Dr. H. Kräußlich
Referent:	Prof. Dr. Dr. h. c. L. Kotter
Korreferent:	Prof. Dr. P. Walter

Tag der Promotion: 28. Juli 1978



G L I E D E R U N G

A.	EINLEITUNG	1
B.	LITERATUR	2
I.	Darmsaitlinge	2
	1. Gewinnung und Behandlung	2
	2. Verwendbarkeit und Mängel	4
	3. Verarbeitungstechnik	10
	4. Histologie	12
II.	Saitlinge aus Rinderspalthäuten	14
	(Hautfasersaitlinge)	
	1. Gewinnung und Behandlung	14
	2. Verwendbarkeit und Mängel	16
	3. Verarbeitungstechnik	19
	4. Histologie	19
C.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	21
I.	Vergleichende Beurteilung des Genußwertes	21
	von diversen Würstchenchargen, die in	
	Darmsaitlinge und in Hautfasersaitlinge	
	gefüllt waren	

1. Verwendete Saitlinge	21
2. Rohmaterial und Zusätze	21
3. Herstellungsverfahren	23
4. Prüfmethoden	24
a) organoleptisch	24
b) chemisch	24
5. Ergebnisse	25
a) der organoleptischen Prüfung	25
b) der chemischen Untersuchungen	33
II. Untersuchungen über die thermische Belastbarkeit der Hüllen von Würstchen, die in Darmsaitlinge und in Hautfasersaitlinge gefüllt waren	35
1. Material und Methodik	35
2. Ergebnisse	35
III. Histologische Untersuchungen von Darm- und Hautfasersaitlingen	38
1. Material und Methodik	38
2. Ergebnisse	39

IV. Mikrobiologische Untersuchungen	47
1. Untersuchungen an Saitlingen	47
a) Material und Methodik	47
b) Ergebnisse	48
2. Untersuchungen an Würstchen	50
a) Material und Methodik	50
b) Ergebnisse	54
α) Beurteilung der Abklatschpräparate	54
β) Keimgehalte der Würstchen	54
V. Verdauungsversuche an Darm- und Haut- fasersaitlingen	61
1. Material und Methodik	61
2. Ergebnisse	62
D. DISKUSSION	64
E. ZUSAMMENFASSUNG	70
F. SUMMARY	73
G. LITERATURVERZEICHNIS	76

A. EINLEITUNG

Verknappungen, Kostensteigerungen, Lagerprobleme, Hygieneprobleme, Qualitätsschwankungen, Kaliberschwankungen und Rationalisierungshemmnisse bei Naturdärmen sowie Weiterentwicklungen auf dem Kunstdarmsektor haben in den letzten Jahrzehnten zu einer immer stärkeren Verwendung von Kunstdärmen geführt. Bei den Würstchen hat der aus Därmen gewonnene Saitling noch immer einen größeren Marktanteil als der aus Rinderspalthäuten hergestellte Saitling, weil dieser bei bestimmten Würstchenvarianten für den Verbraucher erst in den letzten Jahren akzeptabel geworden ist. Meine Aufgabe war es, in vergleichenden Untersuchungen bestimmte technische, organoleptische und mikrobiologische Eigenschaften von Saitlingen aus Rinderspalthäuten und Darmsaitlingen zu studieren. Außerdem sollten die Histologie der Darmsaitlinge und der Saitlinge aus Rinderspalthäuten sowie der Begriff "zarter Saitling" abgeklärt werden.

B. L I T E R A T U R

I. Darmsaitlinge

1. Gewinnung und Behandlung

Für die Herstellung von Würstchen in Naturdärmen werden Dünndärme von Schafen, Schweinen und Ziegen verwendet. Diese Därme haben eine Länge von 18 - 35 m (19). Sie werden nach der Schlachtung in der Regel durch Abreißen vom Gekröse gelöst, entleert, mit Wasser durchspült und dann ohne Wenden durch Druck (manuell mit einem "Schleimholz" oder Löffel, maschinell mit Spezialmaschinen) äußerlich von "Muscularis" und "Serosa", innerlich von der "Mucosa" befreit, so daß nur noch die "Submucosa" zurückbleibt. Dieses "Schleimen" erfolgt heute fast nur noch mit "Darmschleimmaschinen". Därme sollen nach der Schlachtung nicht längere Zeit unbehandelt liegen bleiben, da sonst in das Darmgewebe Keime einwandern, die später zu bakterieller Zersetzung führen können und dabei auch unangenehme Gerüche verursachen. Außerdem bedeuten stärker keimhaltige Därme auch erhöhtes Risiko z. B. bei der Dosenwürstchenfabrikation.

Därme, die mit der "Muscularis" verwendet werden (z.B. Rinderkranzdärme und Mitteldärme), werden dabei besonders brüchig. Für die Saitlingsgewinnung aus den genannten Därmen ist nun allerdings andererseits eine gewisse Auflockerung der Struktur sogar erwünscht, um "Mucosa" und "Muscularis" schon durch leichten Druck, also ohne zu starke Beanspruchung von der im übrigen widerstandsfähigeren "Submucosa" abzutrennen. Es besteht jedenfalls die Tendenz, Schweinedünndärme und Schafdünndärme nach der Entfernung des Darminhaltes zu bündeln und eine gewisse Zeit in einem Kühlraum oder in Wasser zur "Mazeration" zu lagern (11, 23, 36). Wenn die zu entfernenden Schichten an der "Submucosa" haften, wird diese beim "Schleimen" leicht verletzt, und es können dann nur kurze Submucosastücke gewonnen werden. Bei Verwendung von "Darmschleimmaschinen" sind kürzere Mazurationszeiten möglich (2). Die Reißfestigkeit der Därme soll im übrigen von intestinalen Krankheitsprozessen abhängen, ohne daß diese makroskopisch sichtbar sind (18, 22). Die geschleimten Saitlinge werden dann mit Luft oder Wasser gefüllt, um Rißstellen zu ermitteln, an diesen durchschnitten und schließlich mittels Schablonen nach Kaliber sortiert.

Bei all diesen Arbeitsvorgängen kann es insbesondere unter mangelhaften hygienischen Bedingungen zu starker Keimkontamination kommen. Darmsaitlinge werden deshalb mit Na- oder Ka-Verbindungen der organischen Säuren oder mit diesen Säuren selbst oder mit technischen Hilfsstoffen im Sinne von § 11 Abs. 2 Nr. 1 LMBG behandelt (21), im übrigen durch Salzen konserviert und dabei gleichzeitig etwas gefestigt (8). Insbesondere auch zur Vermeidung von mikrobiell bedingten Farbmängeln muß das Salz von Zeit zu Zeit erneuert werden (18, 23). Die Lagerung sollte bei kühlen Temperaturen erfolgen. Darmsaitlinge kommen trocken gesalzen, in konzentrierter Salzlösung oder in Speziallösungen weitgehend füllfertig in den Handel.

2. Verwendbarkeit und Mängel

Darmsaitlinge können in Abhängigkeit vom Kaliber praktisch für alle Würstchenvarianten verwendet werden. Trotz Verknappungen, Kostensteigerungen, Lagerproblemen, Hygieneproblemen, Qualitätsschwankungen, Kaliberschwan-
kungen und Rationalisierungshemmnissen dominieren sie nach wie vor, und zwar insbesondere deshalb, weil die

Verzehrseigenschaften des Darmsaitlings von den aus Spalthäuten hergestellten Saitlingen nur schwer nachzuvollziehen sind.

Von den bei Darmsaitlingen möglichen Farbfehlern seien zuerst punktförmige rötliche Beläge angesprochen, der sogenannte "rote Hund", der durch halophile Bakterien - meist durch Befall mit *Tetracoccus carneus halophilus* - hervorgerufen wird (10, 18, 23). Die Bakterien treten im Falle nicht ausreichender Salzernuerungen insbesondere bei der Trockensalzung auf. Diese Beläge sind von Braunverfärbungen durch bestimmte Eisenverbindungen zu unterscheiden, die zu Verhärtungen und zum Brüchigwerden der Darmsaitlinge führen. Die Ursachen hierfür sind Kontakte der gesalzenen Därme mit Eisen (18). Mikroorganismenbesiedlungen können auch Verfärbungen anderer Art bedingen, z.T. entstehen Pigmente in den Mikroorganismen selbst, z.T. in deren Umgebung. Unter anderem wurden Carotinoide, Phenazinfarbstoffe und Azochinone nachgewiesen (29).

Auf der Oberfläche von in Darmsaitlingen gefüllten, gelagerten Brühwürstchen treten gelegentlich schwarze

bis schwarzblaue Verfärbungen auf, die meist von Pseudomonas- oder Mikrokokkenarten, aber auch von Schimmelpilzen, vor allem Cladosporium herbarum, und Hefen verursacht werden. Bei grünlichen Verfärbungen wurden Laktobazillen oder Schwefelwasserstoffbildner nachgewiesen (3, 9, 18).

Auch mit gesundheitsschädlichen Keimen ist zu rechnen. Bei Studien von SCHOOP (32, 33) wurde *S. typhimurium* in 20 %iger Kochsalzlösung nach 5 Tagen, *S. enteritidis* Gärtner erst nach 10 Tagen abgetötet. In 10 %iger Lösung erfolgte zwar keine Vermehrung von Salmonellen, sie waren jedoch 68 Tage lang lebensfähig.

TANNER und EVANS (35) fanden, daß die meisten anaeroben Sporenbildner schon durch Kochsalzgehalte von 3,5 % gehemmt werden, *Cl. botulinum* in flüssigen Medien jedoch erst durch 12 % NaCl.

Übliches Heißbräuchern und Brühen im Rahmen der Brühwurstherstellung reicht nicht aus, um Salmonellen mit Sicherheit abzutöten (15). Gemeint war wohl die Abtötung im Innern der Würstchen.

Angesichts der kritischen bakteriellen Situation bei den Darmdärmen liegt es nahe, an eine Verwendung von

Nitritpökelsalz zu denken. Offenbar wird aber vor allem aus preislichen Gründen davon Abstand genommen, weil vergälltes Kochsalz wesentlich billiger ist als das nur in einer Norm in den Verkehr kommende Nitritpökelsalz. Außerdem wäre zu berücksichtigen, daß mit Nitritpökelsalz behandelte Darmsaitlinge nicht für "weiße Ware", d. h. nicht für nicht umgerötete Würstchen verwendet werden können.

INAL (11) hat in handelsüblichen Packungen von Schafsaitlingen Mikrokokken, Staphylokokken, Streptokokken, grampositive und gramnegative Stäbchen sowie Schimmelpilze nachgewiesen, daneben *Bac. polymyxa* und *Bac. macerans* als Gasbildner sowie *Bac. megaterium*, *Bac. subtilis* und drei Stämme von anderen Anaerobiern. Um eine Vermehrung und eine Eiweißzersetzung von seiten solcher Verderbniskeime zu unterdrücken, seien in Darmsaitlingen hergestellte Würstchen bei der Herstellung und Lagerung unter 15 °C zu halten. Außerdem empfiehlt er, die Gewinnung der Darmsaitlinge in hygienischer Hinsicht weiter zu verbessern.

ROHDE (27) untersuchte ebenfalls den Keimgehalt von Darmsaitlingen während der Gewinnung und Bearbeitung.

Schlachtfrische Darmsaitlinge wiesen niedrigere Keimgehalte auf. Gesalzene Därme, die in Lösung geliefert worden waren, zeigten höhere Keimzahlen. Anaerobier hat er in ungewässerter Ware nur in 2 von 20 Proben gefunden, nach der Wässerung in 19 der 20 Proben; außerdem war dann auch allgemein deutlicher Keimanstieg zu beobachten. Die Bakterienflora hat in der Hauptsache aus gramnegativen, coliähnlichen Stäbchen bestanden, aber auch grampositive und gramnegative, hämolytische Stäbchen wurden nachgewiesen.

Da im Darm der Schlachttiere häufig auch pathogene Keime vorhanden sind, ist - wie eben schon festgestellt - damit zu rechnen, daß Saitlinge von Schafen und Schweinen gelegentlich auch damit behaftet sind. Sofern durch den Darm nicht auch Brätinneres kontaminiert wird, Darmkeime also auf der Oberfläche bleiben, ist dies dann weniger kritisch, wenn beim Räuchern und Fertigwaren entsprechende Keimschädigungen erfolgen, die auf der Außenseite automatisch stärker sind als im Zentrum. Insbesondere beim Füllen kann aber auch das Brätinnere infiziert werden, und zwar dann, wenn Brätreste, die sich beim Zerreißen der Därme er-

geben, dem Brät untergemischt werden. Diesbezüglich ist insbesondere dann Zurückhaltung geboten, wenn Ware produziert werden soll, die einer längeren Distribution unterzogen werden soll, oder wenn Dosenwürstchen hergestellt werden, bei denen es im besonderem Maße auf niedrige Anfangskeimgehalte ankommt, weil die zur Keimabtötung notwendigen Temperaturen mit steigender Höhe auch die Struktur der Farce, die "Knackigkeit" der Würstchen beeinträchtigen. Eine Abtötung von Mikroorganismen in den Darmsaitlingen ist beim Räuchern allerdings nur dann zu erwarten, wenn der Rauch den Darmsaitling, d.h. die Oberfläche des Würstchens an allen Stellen erreichen kann. An Auflageflächen ("Sattelstellen" oder Stellen, an denen sich Würstchen gegenseitig berühren) unterbleibt die Härtung des Darmsaitlings, so daß solche Stellen häufig Ausgangspunkte von Verderbnis sind, die dann allerdings nicht allein mit Mikroorganismen des Darmes, sondern auch mit sekundären Kontaminationen zusammenhängt.

Parasitologische Probleme sind bei Darmsaitlingen von untergeordneter Bedeutung, weil in Schweine- und Schafsaitlingen die bei Kranzdärmen bekannten Wurmknötchen nur sehr selten vorkommen (4, 18, 23).

Bezüglich der Festigkeit der Darmsaitlinge wurden rassebedingte Unterschiede beschrieben. Daß Saitlinge von Schafen in der Bundesrepublik Deutschland weniger fest sind, soll mit zu guten Grasqualitäten zusammenhängen; karger Boden und derbes Futter sollen für die Struktur der Darmsaitlinge günstiger sein. Auch das Alter der Tiere ist beachtlich; Därme von älteren Schafen werden bevorzugt. Haltung und Fütterung der Tiere sowie das Klima des Ursprungslandes sollen auch die Farbe der Darmsaitlinge bestimmen. Erfahrene Fachleute können Darmsaitlinge dem Ursprungsland oft allein auf Grund von Farbe und Struktur zuordnen (38).

3. Verarbeitungstechnik

Vor dem Füllen mit Brät werden Darmsaitlinge gewässert oder in geeignete Lösungen eingelegt, um konservierende Salze und andere unerwünschte lösliche

Stoffe zu eliminieren und ihnen durch Wasseraufnahme die ursprüngliche Geschmeidigkeit und Elastizität zurückzugeben. Durch Zusatz von Darmbehandlungsmitteln wie Milchsäure wird die Quellung begünstigt (8, 28). Darmsaitlinge sollen nicht zu prall gefüllt werden, damit für die Ausdehnung bei der Erhitzung noch eine Reserve vorhanden ist, um so Platzern zu steuern. Zu geringe Füllung der Darmsaitlinge bedingt Faltenbildung sowie schlaaffe Konsistenz (24). Der Darm wird dann subjektiv oft als zäh empfunden, obwohl in Wirklichkeit nur die Füllung schlaff ist. Bei "kurzer" Farce infolge schlecht "bindigem" Brät ist dieses Phänomen besonders deutlich. Zähe oder derbe Schafsaitlinge gibt es jedenfalls kaum (14).

Die Hülle kann allerdings auch dann zäh erscheinen, wenn bei der Räucherung die Brätschicht unmittelbar unter dem Darmsaitling zu stark austrocknet und diese gehärtete Zone dann mit einem an sich zarten Darmsaitling eine derbe Einheit bildet. Ähnliche Erscheinungen sind auch dann möglich, wenn Brühwürstchen bei der Lagerung extremen oberflächlichen Wasserentzug erleiden.

Schließlich ist bezüglich der Eigenschaften des Darmsaitlings bei der Verarbeitung auch noch seine besondere Elastizität zu erwähnen, die das "Mitgehen" des Darmes begünstigt, was auch zur Folge hat, daß die "Blume", d.h. die Würstchenenden von Darmsaitlingen gut verschlossen sind. Wegen der Dünnwandigkeit des Schafsaitlings ist stabiles Abdrehen begünstigt, und es bilden sich nur fadenförmige Abdrehstellen bzw. "Zipfelchen". Allerdings ist die Dünnwandigkeit des Schafsaitlings auch Ursache seiner relativ geringen Belastbarkeit beim Füllen.

4. Histologie

Darmsaitlinge bestehen nur noch aus der Tunica submucosa, d.h. überwiegend aus lockerem Bindegewebe mit eingelagerten elastischen Fasern sowie aus kleinsten

Blutgefäßen. Im histologischen Bild erscheinen kollagene Fasern annähernd gleichmäßig gekreuzt.

Elastische Fasern haben hirstenstabähnliche Enden und bilden häufig schwimnhautähnliche Membranen. In der Tunica submucosa sind ferner Fettzellen, Lymphknötchen,

vegetative Ganglien, Nervenfasern und kleinere Gefäße, im Duodenalbereich auch noch Brunnersche Drüsen (16, 7).

II. Saitlinge aus Rinderspalthäuten (Hautfasersaitlinge)

1. Gewinnung und Behandlung

Aus den bereits dargelegten Motiven wird seit langem versucht, aus Rinderspalthäuten künstlich geformte Bindegewebeiseiweißsaitlinge herzustellen, welche die positiven Eigenschaften der Darmsaitlinge, der "gewachsenen" Bindegewebeiseiweißsaitlinge haben, jedoch nicht deren negative Eigenschaften.

Die Spalthäute, das Ausgangsmaterial für künstlich geformte Bindegewebeiseiweißsaitlinge, fallen bei der Spaltledergewinnung aus Rinderhäuten an, und zwar bleiben sie nach der Entfernung von Fettgewebs- und Muskelresten sowie der Haare und nach Abtrennung der Epidermis und eines Teils des Coriums zurück. Um die Faserstrukturen zu lockern, werden sie vor der Verarbeitung einer längeren Reifung in Kalk unterzogen. Der endgültige Aufschluß wird in einem Trommelmischer mit Salzsäure bei pH 2,5 - 3,7 vollzogen. Anschließend wird das Material zerkleinert, zerfasert und zur Trennung der Fasern mit 300 - 400 atü durch Siebscheiben mit geringen Bohrlochdurchmessern

gepreßt. Die gewonnene Paste wird dann nachgereift, später mit Wasser verdünnt und homogenisiert. Nach nochmaliger Reifung wird sie mit 200 - 240 atü in einer Strangpresse verdichtet, filtriert und aus einer Ringdüse als Schlauch extrudiert. Da die mechanische Belastung des Stranges beim Extrudieren dünnkalibriger Saitlinge sehr hoch ist, werden zur Stabilisierung die dafür in der Fleisch-VO, Nr. 13 der Anlage 1 zu § 1 Abs. 1 zugelassenen Stoffe (40) (Zellulose usw.) beigemischt. Danach erfolgt die Trocknung in speziellen Hallen. Während der Trocknung wird das Vorprodukt unter Verwendung der in der Fleisch-VO, Nr. 11 und 12 der Anlage 1 zu § 1 Abs. 1 (40) zugelassenen Stoffe (vor allem Glyoxal) behandelt und dabei gehärtet (5, 6). So gewonnene Bindegewebs-eiweißsaitlinge sollen trocken gelagert werden. Bei luftdichter Verpackung sind sie etwa ein Jahr ohne jede Beeinträchtigung lagerungsfähig. Lagertemperaturen von 4 - 5 °C und relative Luftfeuchtigkeiten um 65 % sind für die Erhaltung der technischen Eigenschaften günstig (37).

2. Verwendbarkeit und Mängel

Die aus Spalthäuten gewonnenen Bindegewebeisseiweißsaitlinge waren für die gesamte Würstchenherstellung lange Zeit nur sehr bedingt verwendbar. Einerseits waren sie etwas derb - offenbar zu stark gehärtet - andererseits war stabiles Abdrehen schwierig und schließlich bildeten sich beim Durchtrennen der Abdrehstellen insbesondere während des Erhitzens ausgeprägte rosettenartige Öffnungen, weil offenbar zwischen dem Saitling und dem Brät eine zu geringe Affinität, d.h. Bindungsbereitschaft bestand. Auch beim Verzehr der Würstchen wirkte sich dies aus. Beim Kauen spürte man schnell isolierten Saitling, und schon beim Durchbrechen der Würstchen fehlte es an der erwünschten Knackigkeit. Nur wenn das Brät bei der Erhitzung zu besonders gut gebundener Farce geführt hatte und die Würstchen bei optimalen Erhitzungstemperaturen serviert worden waren, also ideale hohe Innenspannung hatten, unterblieben diesbezügliche Rügen.

Beim Verbraucher hat sich wegen dieser Mängel die Tendenz entwickelt, gekrümmte Würstchen zu bevorzugen, weil diese erfahrungsgemäß knackiger waren; der damit verbundenen Bevorzugung des Darmsaitlings war er sich nicht bewußt.

Inzwischen wurde der künstlich geformte Bindegewebs-eiweißsaitling jedoch verbessert, und er ist heute für praktisch alle Würstchenvarianten verwendbar, die einem Räucherprozeß unterzogen werden, weil sich bei der Härtung durch Rauch ein enger Kontakt zwischen Saitling und Wurstmasse sichern läßt. Analog ist die Situation bei ungeräucherter "Weißware", die vor dem Verzehr gut gebraten wird. Störend ist der Hautfaserdarm in der weiter entwickelten Form heute eigentlich nur noch bei weißer Ware, die ungebraten verzehrt wird, was bei Kalbsbratwürstchen häufig der Fall ist, die nach einem Erhitzungsprozeß in Wasser in der Regel mit der Hülle verzehrt werden. Es gibt allerdings viele Verbraucher, die bei solchen Würstchen selbst den Darmsaitling entfernen, weil auch er etwas stört. Auch der "Rosettenbildung" konnte inzwischen noch nicht voll befriedigend gesteuert werden.

Wenn die breitere Verwendung des Hautfasersaitlings trotz der Verbesserungen noch zurückhaltend verläuft, so deshalb, weil sich - offenbar wegen der zu frühen Inverkehrgabe des noch nicht voll entwickelten Saitlings - beim Gewerbe und - wenn man an die Krümmung der Würstchen denkt - auch beim Verbraucher gewisse Vorurteile gebildet hatten. Möglicherweise war es für die Einführung des Hautfasersaitlings auch belastend, daß manche Betriebe bevorzugt geringere Würstchenqualitäten - und damit in der Regel Würstchen mit geringerer innerer Spannung - in Hautfasersaitlingen auf den Markt gebracht hatten.

Mängel bezüglich des Vorkommens von Verderbniskeimen oder gar von gesundheitsschädlichen Keimen sowie bezüglich Farbe gibt es beim Hautfasersaitling nicht. Auch Konsistenz- und Kaliberschwankungen sind ausgeschlossen.

3. Verarbeitungstechnik

Zur Vermeidung von Kontaminationen sollen Packungen von Hautfasersaitlingen möglichst erst vor dem Füllprozeß geöffnet werden. Sie sind ohne weitere Manipulation verwendbar, zumal sie in der Regel gerafft in den Verkehr kommen, und zwar in Form füllfertiger Zylinder in der Konstanz des gewünschten Kalibers. Sie brauchen also nur auf entsprechende Füllhörnchen gesteckt zu werden. Die mechanische Beanspruchbarkeit und die Temperaturresistenz sind relativ groß. Hautfasersaitlinge sind wasserdampfdurchlässig und nehmen Rauchfarbe sowie Rauchgeschmack gut an (1, 31).

Eine Angleichung des Hautfasersaitlings an die Krümmung des Natursaitlings ist nicht möglich; sie wird jedoch von den meisten Betrieben aus Verpackungsgründen auch nicht gewünscht.

4. Histologie

Zur Herstellung von Hautfasersaitlingen wird ausschließlich das Stratum reticulare des Coriums verwendet. Es setzt sich aus kollagenem Bindegewebe zusammen, in das

Kapillarschlingen und Nervenäste eingelagert sind (16, 17). Auf Grund der Behandlung der Spalthäute sind in den Hautfasersaitlingen keine elastischen Fasern mehr zu erwarten. Nachdem die kollagenen Fasern nach chemischer Auflockerung des Gewebes mechanisch aus ihrem Verband gelöst wurden, dürften sie im fertigen Saitling ungeordnet vorliegen (26). SCHULZE und REUSSE (34) beobachteten in Nativpräparaten neben gestreckten auch haarnadelförmige Bindegewebsfibrillen, sowie mehrfach gewundene fädige Gebilde, die sie an "Ausscheidungsprodukte von Wattwürmern" erinnerten. Im polarisierten Licht leuchteten die haarnadelförmigen Fibrillen und wattwurmähnlichen Gebilde nicht auf, wohl aber Zellulosefasern.

Ein kontrastreicheres Bild haben sie mittels einer Jodfärbung erzielt; mittels Lugolscher Lösung und anschließender Schwefelsäurebehandlung sahen sie blaue bis blauschwarz gefärbte, kurze Gebilde, die sie als Zellulosefasern ansprachen.

"Wattwurmartige Gebilde" seien mittels der Jodfärbung gelblich angefärbt und nicht, wie Zellulosefasern blau. Sie vermuteten, daß es sich dabei um elastische Fasern handelt.

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Vergleichende Beurteilung des Genußwertes von diversen Würstchenchargen, die in Darmsaitlinge und in Haut-fasersaitlinge gefüllt waren

1. Verwendete Saitlinge

a) Naturinsaitling TWC 21 (Thin, wall, coated)	Kaliber	21 mm
b) Naturinsaitling NSC 21 (Naturinsaitling, coated)	"	21 mm
c) Naturinsaitling ESC 21 (EBbarer Saitling, coated)	"	21 mm
d) Chinesischer Schweinesaitling (Chin.Schw.S.)	"	22/24 mm
e) Schafsaitling in Lake (Schf.S.L.)	"	20/22 mm
f) frischer Schafsaitling (fr.Schf.S.)	"	20/22 mm

2. Rohmaterial und Zusätze

Um Anhaltspunkte dafür zu bekommen, ob bei bestimmten Rezepturen etwaige Unterschiede im Genußwert der Würstchen deutlicher sind, wurden folgende 5 Chargen hergestellt:

Charge I	30 %	grob entsehnates Rindfleisch
	15 %	grob entfettetes Schweinefleisch
	10 %	Backenspeck
	20 %	Rückenspeck
	25 %	Eis
Charge II	25 %	grob entsehnates Rindfleisch
	15 %	grob entfettetes Schweinefleisch
	12 %	Backenspeck
	20 %	Rückenspeck
	3 %	Sehnen
	25 %	Eis
Charge III	22 %	grob entsehnates Rindfleisch
	13 %	grob entfettetes Schweinefleisch
	15 %	Backenspeck
	4 %	Sehnen
	21 %	Rückenspeck
	25 %	Eis
Charge IV	35 %	grob entsehnates Rindfleisch
	15 %	grob entfettetes Schweinefleisch
	7,5 %	Backenspeck
	17,5 %	Rückenspeck
	25 %	Eis
Charge V	30 %	grob entsehnates Rindfleisch
	15 %	grob entfettetes Schweinefleisch
	7 %	Backenspeck
	3 %	Sehnen
	20 %	Rückenspeck
	25 %	Eis

Bei allen Rezepturen wurden folgende Zusätze

bezogen auf Fleisch und Speck verwendet:

2,0 % Nitritpökelsalz

0,3 % Phosphat

0,3 % Gewürzmischung

0,1 % Dextrose

3. Herstellungsverfahren

Für die Herstellung der Bräte wurde ein 30 l Kutter der Firma Rex verwendet.

Vor der Zugabe des Fettgewebes wurde der Magerfleischanteil ausgekuttert. Das fertige Brät hatte eine Temperatur von 14 °C. Nach dem Spritzen wurden die Würstchen heiß geräuchert, und zwar von jeder Charge eine Hälfte schwach, die andere intensiv (schwach zu räuchernde Würstchen etwa 20 Minuten, stark zu räuchernde etwa 30 Minuten). Für die Heißräucherung wurden Buchenholz und Hartholzsägemehl verwendet. Die Rauchttemperatur lag bei ca. 65 °C. Nach dem Räuchern wurden die Würstchen in einem offenen Wasserbad (15 Minuten bei 72 °C) gebrüht. Zum Abkühlen wurden sie kalt geduscht.

Vor der organoleptischen Prüfung wurden die Würstchen 24 Stunden in einen Kühlschrank bei + 2 °C gelagert.

4. Prüfmethoden

a) organoleptisch

Die Qualifikation der 6 beteiligten Testpersonen (neben mir drei Metzger, ein tierärztlicher Lebensmitteltechnologe und ein in organoleptischen Prüfungen geschulter Verbraucher) war gut bis sehr gut. Bei der Beurteilung wurde insbesondere auf Aussehen (Form, Räucherfarbe, Verschluß der Enden), Konsistenz bei 75 - 80 °C, Knackigkeit, Geruch, Geschmack sowie auf störende Eigenschaften der Hülle beim Kauen geachtet. Bei letzterem wurde allerdings beim Kauen bewußt auf eine gewisse Isolierung des Saitlings geachtet, um so den Sonderfall zu provozieren.

b) chemisch

Um die Ursache etwaiger organoleptischer Mängel u.U. auch noch über die chemische Zusammensetzung deuten zu können, wurden einige Chargen auf Wasser, Fett, Asche, Rohprotein (RP) und Bindegewebeisweiß

(BE; Hydroxyprolin nach Stegemann x 8) untersucht und aus diesen Werten die Gehalte an organischem Nichtfett (ONF), Fleischeiweiß (FE) und an bindegewebeiseiweißfreiem Fleischeiweiß (BEFFE) - absolut und relativ (im Fleischeiweiß) - ermittelt. Als "Fleischeiweiß" wurde das "korrigierte" Rohprotein (kRP) gewertet, d.h. RP durch 6,25 geteilt, vom damit errechneten Gesamtstickstoff der Bindegewebeiseiweißstickstoff (BE : 5,55) abgezogen, der Rest an Stickstoff dann wieder mit 6,25 multipliziert und schließlich das BE dazugezählt. Sofern dieses korrigierte Rohprotein noch größer war als ONF wurde ONF als FE gewertet.

5. Ergebnisse

a) der organoleptischen Prüfung

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 - 5 zusammengestellt. Alle Würstchen waren auf der Oberfläche glatt und gleichmäßig geräuchert. Bei den Würstchen in Darmsaitlingen war der Farbton rötlich-braun, bei denen in Hautfasersaitlingen mehr gelblich-braun.

Die abgedrehten Enden waren bei den Würstchen in Darmsaitlingen ausnahmslos geschlossen; ferner zeigten diese Würstchen leichte Krümmung. Die Enden der Würstchen in Hautfasersaitlingen waren alle leicht rosettenartig geöffnet; außerdem waren diese Würstchen gerade, hatten also keine Krümmung.

Faltenbildung war bei keiner Variante zu notieren.

Stärker geräucherte Würstchen waren im allgemeinen etwas knackiger als schwächer geräucherte; Würstchen in Darmsaitlingen waren in der Regel knackiger als Würstchen in Hautfasersaitlingen. Bei stark geräucherten Würstchen war die besondere Knackigkeit z.T. mit einer gewissen Derbheit der Hülle verbunden, offenbar weil es beim Räuchern zu stärkerer Härtung des Bräts unter dem Saitling gekommen war. Würstchen in Hautfasersaitlingen hatten eine andere Art von Knackigkeit als Darmsaitlingwürstchen. Würstchen in Hautfasersaitlingen waren beim Hineinbeißen im allgemeinen mehr weichelastisch und platzten nicht so plötzlich, wie dies bei Würstchen in Darmsaitlingen die Regel war.

Beim Kauen bewußt isolierte Anteile der Hülle waren bei den Würstchen in Hautfasersaitlingen im allgemeinen zarter als bei Würstchen in Darmsaitlingen. (Diese Art des Kauens hat allerdings nicht den allgemeinen Verzehrsgewohnheiten entsprochen, es sollte nur der Sonderfall provoziert werden.) Beim isolierten Kauen von Hüllenteilen war übrigens bei den stärker geräucherten Würstchen im Hautfasersaitling teilweise ein etwas fremdartiger Geruch ("Geschmack") wahrzunehmen. Ein gewisser Mangel haftet der Aufstellung der Rezepturen an, weil bei allen fünf Chargen relativ gute Bindung zustande gekommen ist, obwohl dies angesichts der Rohmaterialunterschiede insbesondere zwischen Charge III und Charge IV nicht zu erwarten war. Ziel der Rezepturunterschiede war es, auch Würstchen mit schlechterer Bindung zu bekommen.

Tabelle 1:

Ergebnisse der organoleptischen Untersuchungen von Charge I

	schwach geräuchert						stark geräuchert							
	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw.S.	Schf. S.L.	fr. Schf.S.	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw.S.	Schf. S.L.	fr. Schf.S.		
Aussehen	gerade, Enden etwas geöffnet, gleichmäßige Rauchfarbe						meist gekrümmt, gleichmäßige Rauchfarbe						gerade, Enden etwas geöffnet, gleichmäßige Rauchfarbe	
Konsistenz (bei 75 - 80°C)	prall						prall, fest						prall	
Knackigkeit	+						+ +						+ +	
Geruch	aromatisch						aromatisch						kräftiges Rauch- und Würstchenaroma	
Geschmack	saftig, fleischig, milder Rauchgeschmack						saftig, fleischig, milder Rauchgeschmack						saftig, fleischig, etwas zu intensiver Rauchgeschmack	
Eigenschaften d. Hülle beim isolierten Kauen	zäh		zart		zäh hart		besonders zart		zäh hart		zäh			

Tabelle 2:

Ergebnisse der organoleptischen Untersuchungen von Charge II

	schwach geräuchert						stark geräuchert					
	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw. S.	Schf. S.L.	fr. Schf. S.	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw. S.	Schf. S.L.	fr. Schf. S.
Aussehen	gerade, Enden etwas geöffnet, gleichmäßige Rauchfarbe						meist gekrümmt, gleichmäßige Rauchfarbe					
Konsistenz (bei 75 - 80°C)	prall						prall					
Knackigkeit	+	+	+	+			+ -					
Geruch	aromatisch						aromatisch					
Geschmack	saftig, fleischig, milder Rauchgeschmack						saftig, fleischig, milder Rauchgeschmack					
Eigenschaften d. Hülle beim isolierten Kauen	zart	etwas hart	etwas zäh	etwas zäh		etwas zäh	zart		schwach fremdartiger Geschmack		zart	

Tabelle 3:

Ergebnisse der organoleptischen Untersuchungen von Charge III

schwach geräuchert							stark geräuchert					
	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw.S.	Schf. S.L.	fr. Schf.S.	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw.S.	Schf. S.L.	fr. Schf.S.
Aussehen	gerade, Enden etwas geöffnet, gleichmäßige Rauchfarbe			meist gekrümmt, gleichmäßige Rauchfarbe			gerade, Enden etwas geöffnet, gleichmäßige Rauchfarbe			meist gekrümmt, gleichmäßige Rauchfarbe		
Konsistenz (bei 75 - 80°C)	prall			prall, fest			prall			prall, fest, elastisch		
Knackigkeit	+	-	+	+	+		+	+	+	+	+	+
Geruch	aromatisch			aromatisch			kräftiges Rauch- und Würstchenaroma			kräftiges Rauch- und Würstchenaroma		
Geschmack	milder Rauchgeschmack, typisch			milder Rauchgeschmack, typisch			intensiver Rauchgeschmack, typisch			intensiver Rauchgeschmack, typisch		
Eigenschaften d. Hülle beim isolierten Kauen	zart	zäh		hart zäh	sehr hart, zäh	hart zäh	zart	zäh	zart	zäh		hart
	fremdartiger Geschmack						schwach fremdartiger Geschmack					

Tabelle 4:

Ergebnisse der organoleptischen Untersuchungen von Charge IV

	schwach geräuchert						stark geräuchert																	
	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw. S.	Schf. S. L.	fr. Schf. S.	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw. S.	Schf. S. L.	fr. Schf. S.												
Aussehen	gerade, Enden etwas geöffnet, gleichmäßige Rauchfarbe						meist gekrümmt, gleichmäßige Rauchfarbe						gerade, Enden etwas geöffnet, gleichmäßige Rauchfarbe		meist gekrümmt, gleichmäßige Rauchfarbe									
Konsistenz (bei 75 - 80°C)	zu weich		prall		zu weich		weich, elastisch						zu weich		prall		zu weich		weich, elastisch					
Knackigkeit	+ + +						+ + +						+ -						+ +					
Geruch	aromatisch						aromatisch						kräftiges Rauch- und Würstchenaroma						kräftiges Rauch- und Würstchenaroma					
Geschmack	milder Rauchgeschmack, typisch						milder Rauchgeschmack, typisch						etwas zu intensiver Rauchgeschmack, typisch						saftig, intensiver Rauchgeschmack					
Eigenschaften d. Hülle beim isolierten Kauen	besonders zart fremdartiger Geschmack						hart zäh		etwas zäh		weich zart schwach fremdartiger Geschmack						zart		sehr zäh		zäh hart zäh			

Tabelle 5:

Ergebnisse der organoleptischen Untersuchungen von Charge V

	schwach geräuchert					stark geräuchert							
	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw.S.	Schf. S.L.	fr. Schf. S.	TWC 21	NSC 21	ESC 21	Chin. Schw.S.	Schf. S.L.	fr. Schf. S.	
Aussehen	gerade, Enden etwas geöffnet, gleichmäßige Rauchfarbe					meist gekrümmt, gleichmäßige Rauchfarbe	gerade, Enden etwas geöffnet, gleichmäßige Rauchfarbe					meist gekrümmt, gleichmäßige Rauchfarbe	
Konsistenz (bei 75 - 80°C)	weich, elastisch					prall	prall					prall, fest	
Knackigkeit	+					+	+					+	
Geruch	aromatisch					aromatisch	kräftiges Rauch- und Würstchenaroma					kräftiges Rauch- und Würstchenaroma	
Geschmack	milder Rauchgeschmack, typisch					milder Rauchgeschmack, typisch	intensiver Rauchgeschmack, typisch					intensiver Rauchgeschmack, typisch	
Eigenschaften d. Hülle beim isolierten Kauen	besonders zart	hart zäh	besonders zart	hart zäh	fremdartiger Geschmack	hart zäh	hart zäh	besonders zart	besonders zart	nicht besonders zart	hart nicht besonders zart	besonders zart	

b) der chemischen Untersuchungen

Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Die Vergleiche zwischen den Würstchen mit unterschiedlichen Hüllen haben keine Besonderheit ergeben. Bemerkenswert ist die Beobachtung, daß Würstchen bei der Rezeptur, die zu relativ niedrigen absoluten und relativen BEFFE-Werten geführt hatte (Charge III), bei starker Räucherung besonders gute Knackigkeit aufwiesen, bei schwacher Räucherung jedoch eher abfielen, während Würstchen bei der Rezeptur, die zu den höchsten BEFFE-Werten geführt hatte (Charge IV), im Falle starker Räucherung bezüglich der Knackigkeit nicht voll befriedigten, jedoch bei schwacher Räucherung durchgehend höchste Wertung erhielten. Es ist nicht auszuschließen, daß unter bestimmten Bedingungen ein etwas höherer Bindegewebsweißanteil, der allerdings noch im Rahmen der Leit-satzbedingungen liegt, den Genußwert von Würstchen erhöht.

Tabelle 6: Ergebnisse der chemischen Analysen diverser Würstchenchargen in %

		Wasser	Fett	Asche	ONF	RP	BE	FE	BEFFE	BEFF im 1
Brät roh	I:	59,2	29,1	1,5	10,2	9,9	1,6	9,7	8,1	83,5
	II:	58,0	30,2	1,5	10,3	10,3	1,7	10,1	8,4	83,2
	III:	58,4	30,5	1,5	9,6	9,7	2,0	9,5	7,5	78,5
	IV:	60,7	26,1	1,6	11,6	10,6	1,5	10,4	8,9	85,5
	V:	60,9	26,3	1,4	11,4	11,1	2,0	10,9	8,9	81,7
fr.Schf.S. schwache Räucher- ung	I:	58,6	28,3	1,5	11,6	11,6	1,7	11,4	9,7	85,1
	II:	57,9	28,9	1,5	11,7	11,0	2,0	10,8	8,8	81,5
	III:	57,1	31,1	1,6	10,2	10,6	2,0	10,2	8,2	80,3
	IV:	58,9	27,6	1,6	11,9	11,7	1,5	11,5	10,0	87,0
	V:	60,1	26,1	1,4	12,4	11,5	2,0	11,3	9,3	82,3
TWC 21 schwache Räucher- ung	I:	57,0	29,3	1,5	12,2	11,7	2,2	11,4	9,2	80,7
	II:	56,1	30,0	1,5	12,4	12,0	2,2	11,7	9,5	81,2
	III:	57,4	30,5	1,4	10,7	10,6	2,3	10,3	8,0	77,7
	IV:	60,2	26,2	1,5	12,1	12,0	1,7	11,9	10,2	85,7
	V:	60,2	25,8	1,5	12,5	11,5	2,4	11,2	8,8	78,6
fr.Schf.S. starke Räucherung	I:	57,6	29,6	1,5	11,3	11,2	1,7	11,0	9,3	84,5
	IV:	58,3	27,4	1,5	12,8	12,0	1,4	11,8	10,4	88,1
TWC 21 starke Räucherung	I:	57,5	28,3	1,6	12,6	12,2	2,0	12,0	10,0	83,3
	IV:	60,5	25,2	1,5	12,8	12,6	1,5	12,4	10,9	88,0
NSC 21 schwache Räucherung	I:	58,1	28,0	1,5	12,4	11,8	1,9	11,6	9,7	83,6
	IV:	59,2	26,5	1,5	12,8	12,2	1,8	12,0	10,2	85,0
	V:	58,5	27,7	1,7	12,1	12,0	2,1	11,7	9,6	82,1
ESC 21 schwache Räucherung	I:	58,1	28,2	1,5	12,2	12,1	2,0	11,9	9,9	83,2
	IV:	59,7	26,2	1,5	12,6	12,5	1,8	12,3	10,5	85,4
	V:	59,4	27,0	1,7	11,9	11,3	2,3	11,0	8,7	79,1
Chin.Schw.S. schwache Räucherung	I:	58,6	28,4	1,7	11,3	11,3	1,7	11,1	9,4	84,7
	IV:	59,1	27,2	1,7	12,0	11,5	1,5	11,3	9,8	86,7
	V:	60,3	26,3	1,4	12,0	11,3	1,9	11,1	9,2	82,9
Schf.S.L. schwache Räucherung	I:	58,7	28,7	1,7	10,9	11,6	1,9	10,9	9,0	82,6
	V:	60,1	26,7	1,8	11,4	11,5	1,8	11,3	9,5	84,1

II. Untersuchungen über die thermische Belastbarkeit der Hüllen von Würstchen, die in Darmsaitlinge und in Hautfasersaitlinge gefüllt waren

Mit den Würstchen, die für die Versuche unter I. hergestellt worden sind, wurde noch ein Hitzebelastungstest durchgeführt, um etwaige Unterschiede im Auftreten von Platzen zu erfassen, weil zu leichtes Platzen der Saitlinge hohe Bruchquoten bei der Herstellung und Enttäuschungen beim Verbraucher bedingt.

1. Material und Methodik

Es wurden jeweils drei Würstchen der verschiedenen Varianten in ein Wasserbad mit 60 °C eingelegt und unter langsamer Temperaturerhöhung erhitzt. Bei 95 °C wurde der Test abgebrochen.

2. Ergebnisse

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse zusammengestellt. Bei Temperaturen über 80 °C traten bei Würstchen in Hautfasersaitlingen eher Platzer auf als bei Würstchen in Darmsaitlingen.

Für die Herstellung von Würstchen ist dies weniger beachtlich als für die Nacherhitzung im Haushalt, weil im Gewerbebetrieb auf die Einhaltung von Temperaturen um 75 °C geachtet wird, während es im Haushalt leichter zu Überschreitungen kommt.

Bei der Herstellung von Dosenwürstchen wird diesem Risikofaktor durch Erhitzen in Gegen- druckautoklaven gesteuert.

Die relativ kleine Probenmenge gestattet zwar keine detaillierten Aussagen, die Ergebnisse lassen aber doch die allgemeine Aussage zu, daß Hautfasersaitlinge leichter platzen.

Tabelle 7: Ergebnisse des Hitzebelastungstestes (bei 4 Versuchen)
Mittelwert und Schwankungsbereich der Temperaturen in
°C, bei denen die einzelnen Würstchen platzten

Charge	Saitlings- art	Räucherung	
		schwache	starke
I	Chin.Schw.S.	-	-
	Schf.S.L.	-	74 (73-74)
	fr.Schf.S.	-	-
	ESC 21	85 (79-92)	80 (72-86)
	TWC 21	-	-
	NSC 21	82 (76-86)	84 (78-92)
II	Chin.Schw.S.	-	-
	Schf.S.L.	-	-
	fr.Schf.S.	-	-
	ESC 21	-	-
	TWC 21	85 (83-87)	-
	NSC 21	-	-
III	Chin.Schw.S.	-	-
	Schf.S.L.	-	-
	fr.Schf.S.	-	-
	ESC 21	-	84 (81-88)
	TWC 21	91 (89-93)	83 (81-86)
	NSC 21	94 (92-95)	-
IV	Chin.Schw.S.	-	-
	Schf.S.L.	-	-
	fr.Schf.S.	-	-
	ESC 21	-	-
	TWC 21	94 (93-95)	92 (89-95)
	NSC 21	-	90
V	Chin.Schw.S.	-	-
	Schf.S.L.	-	-
	fr.Schf.S.	-	-
	ESC 21	92 (90-93)	93 (89-95)
	TWC 21	93 (90-95)	-
	NSC 21	-	92 (90-95)

III. Histologische Untersuchungen von Darm- und Haut- fasersaitlingen

Nachdem das Platzen der Würstchen auch mit dem Aufbau der Saitlinge in Zusammenhang steht, wurden zusätzlich histologische Studien durchgeführt. Als gleichzeitige Basis für Identitätsnachweise im Sinne von SCHULZE und REUSSE (34) wurden neben bisher verwendeten Saitlingen (TWC 21, ESC 21, NSC 21 und Schafsaitling) auch nachstehende eßbare Hautfasersaitlinge untersucht: Devro Schottland braun, Devro USA, Nippi, Tendrjax und Coria.

1. Material und Methodik

Darmsaitling: Zur Darstellung kollagener und elastischer Fasern wurden kleine Stücke von Schafsaitling auf Kork straff aufgespannt und anschließend 3 Stunden gewässert, um die darin enthaltenen Salze zu entfernen. Danach wurden die Präparate in der aufsteigenden Alkoholreihe (70%, 80%, 96%, abs.) jeweils 5 Minuten entwässert. Nach 30minütigem Verweilen in Xylol wurden die Präparate auf Objektträgern in Kanadabalsam

eingebettet. Zur Darstellung der elastischen Fasern wurde vorher mit Resorcin-Fuchsin gefärbt (26).

Hautfasersaitling wurde lediglich 5 Minuten in Aq. dest. gewässert. Anschließend erfolgten Färbungen mit Resorcin-Fuchsin und nach Van Gieson (26).

Zellulosefasern wurden mit Hilfe einer Chlorzink-Jodlösung nachgewiesen, wobei sich reine Zellulose violett darstellt (41).

Die Beobachtung der Präparate erfolgte im normalen Durchlicht und im polarisierten Licht.

2. Ergebnisse

In nativen Darmsaitlingspräparaten waren Kollagenfasern in ihrer biologischen, gitterartigen Textur zu erkennen. In Resorcin-Fuchsin gefärbten Präparaten waren elastische Fasern nachzuweisen (Abb. 1). Sie stellten sich bläulich dar und waren leicht wellenförmig.

Elastische Fasern wurden in Hautfasersaitlingen in keinem Fall gefunden, da elastische Fasern offenbar

restlos aufgelöst werden (26), weil das Ausgangsmaterial ca. 3 Wochen in Kalkmilch - $(\text{CaOH})_2$ - bei pH 12 gelagert und anschließend - bis pH 3 erreicht ist - mit technischer Salzsäure von pH 1 mehrere Stunden bei 15 °C behandelt wird.

Zellulosefasern zeigen sich in Hautfasersaitlingen wie folgt:

Saitlingsart	Form	Länge in mm	Dicke in mm
TWC 21	kurz	ca. 0,12	ca. 0,02
ESC 21	kurz	ca. 0,11	ca. 0,02
NSC 21	kurz	ca. 0,12	ca. 0,01
Coria	lang	ca. 0,62	ca. 0,03
Devro Schottland braun	lang, dicht verschlungen	ca. 0,78	ca. 0,03
Nippi	kurz	ca. 0,22	ca. 0,02
Devro USA	ineinander verschlungen	ca. 0,36	ca. 0,03
Tendrjax	lang, ver- knäult	ca. 0,75	ca. 0,02

Als Hauptunterscheidungsmerkmal der Hautfasersaitlinge kann die verschiedene Länge der Zellulose in den einzelnen Saitlingen genannt werden, die von ca. 0,11 bis ca. 0,78 mm schwankte. Kleinere Unterschiede ließen sich auch an Hand der Dicke der Zellulosefasern erkennen. Ebenso konnten die

Hautfasersaitlingsvarianten auf Grund der Qualität der Zellulose voneinander unterschieden werden. Bei Hautfasersaitlingspräparaten, die nach Van Gieson gefärbt waren, stellten sich die Kollagenfasern gestreckt in rötlicher Färbung dar. Die aus dem natürlichen Verband gerissenen Fasern zeigten hauptsächlich in eine Richtung; durch darunterliegende Kollagenfasern erschien an verschiedenen Stellen ein netzartiges Bild (Abb. 4, 5, 6).

Nativpräparate vom Schafsaitlein und von den Hautfasersaitlingen wurden im Polarisationsmikroskop betrachtet. Unbehandelte Kollagenfasern (Typ I) sind auf Grund ihrer Feinstruktur positiv einachsig doppelbrechend und leuchten so bei 360° -Drehungen im polarisierten Licht viermal auf.

Zellulosefasern sind gleichfalls positiv einachsig doppelbrechend.

So ist mit dieser Methode allein ein eindeutiger Unterschied zwischen Kollagenfasern (Typ I) und Zellulosefasern nicht zu erbringen.

SCHULZE und REUSSE (34) sahen bei histologischen Untersuchungen von Hautfasersaitlingen ohne Angabe der Provenienz gestreckte und gebogene, haarnadel-förmige Bindegewebsfibrillen, die sie für Hautfaser-saitlinge als typisch ansprachen. Darüberhinaus beobachteten sie mehrfach gewundene, fädige Gebilde, die sie mit Ausscheidungsprodukten von Wattwürmern auf Sandstränden verglichen; sie vermuteten elastische Fasern. Daß letzteres zweifelhaft ist, wurde oben bereits ausgeführt. Nachdem die untersuchte Hautfaser-saitlingssorte nicht genannt ist, kann dazu nicht Stellung genommen werden.

Mit Begriffen wie "wattwurmähnlich" sollte im übrigen bei Lebensmitteln Zurückhaltung geübt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Schafsaitleinge aus kollagenen und elastischen Fasern bestehen. Haut-fasersaitlinge hingegen nur aus Kollagenfasern, die infolge der Preß- und Extrudiertvorgänge gestreckt vorliegen, und aus Zellulosefasern, die quantitativ unterschiedlich in die kollagene Grundsubstanz einge-mischt sind.

Die Tatsache, daß Hautfasersaitlinge weniger hitzebelastbar sind als Natursaitlinge, findet in den Ergebnissen der histologischen Untersuchungen eine gewisse Erklärung. Als Folge der Auflösung natürlicher Biostruktur der Kollagenfasern bei der Herstellung der Hautfasersaitlinge hält dieser Darm dem Druck des Füllgutes bei Überschreitung bestimmter Temperaturen trotz der Abstützung durch Zellulosefasern weniger gut stand als Darmsaitlinge.

Darmsaitlinge können auf Grund ihrer histologischen Struktur von Hautfasersaitlingen gut unterschieden werden.

Über Länge, Breite, Quantität und Form eingelagerter Zellulosefasern können bedingt auch Hautfasersaitlingsvarianten differenziert werden.

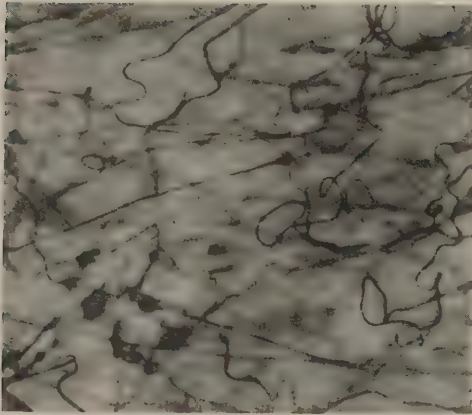


Abb. 1

Schafsaitlein
Elastische Fasern
Resorcin-Fuchsin-Färbung
(480-fach vergrößert)



Abb. 2

NSC 21
Zellulosefasern
Chlorzink-Jod-Färbung
(120-fach vergrößert)

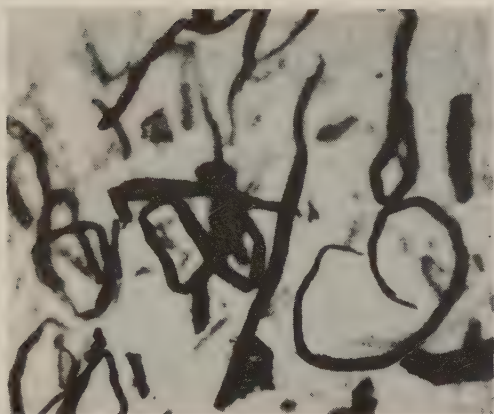


Abb. 3

Coria

Zellulosefasern

Chlorzink-Jod-Färbung

(120-fach vergrößert)

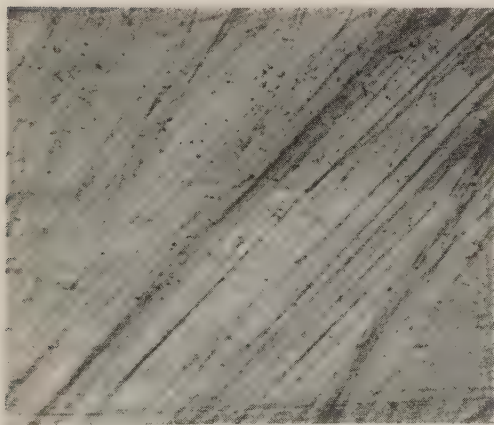


Abb. 4

NSC 21

Kollagenfasern

Färbung nach Van-Gieson

(120-fach vergrößert)

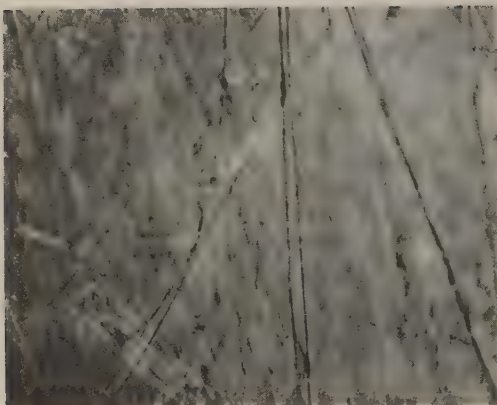


Abb. 5

Coria

Kollagenfasern

Färbung nach Van-Gieson

(120-fach vergrößert)

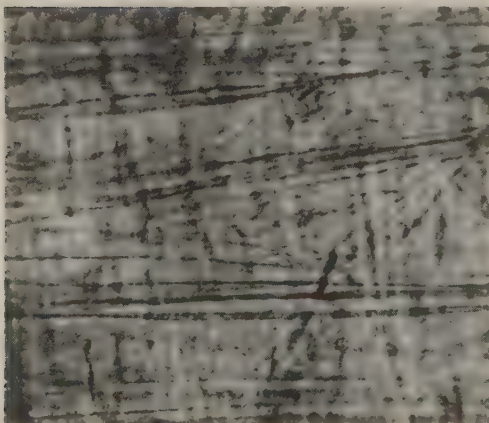


Abb. 6

Nippi

Kollagenfasern

Färbung nach Van-Gieson

(120-fach vergrößert)

IV. Mikrobiologische Untersuchungen

Ziel der mikrobiologischen Untersuchungen war es, Keimgehalte der Saitlinge zu erfassen und gleichzeitig zu überprüfen, ob diese - wie gelegentlich behauptet wird - die Keimgehalte im Endprodukt mitbestimmen.

1. Untersuchungen an Saitlingen

a) Material und Methodik

Folgende Saitlinge wurden auf Gesamtkeimzahl und anaerobe Sporenbildner untersucht:

Schafsaitling in Salz

Schafsaitling in Lake

Schafsaitling in Salzlösung

Schafsaitling frisch

Schweinesaitling in Salzlösung

Chinesischer Schweinesaitling in Salz

ESC 21

TWC 21

NSC 21

Devro Schottland braun

Devro USA

Tendrjax

Coria

Nippi

Hautfasersaitlinge wurden gleich nach der Entnahme aus der Verpackung untersucht, Darmsaitlinge zuerst gewerbeüblich 20 Min. bei 35 °C gewässert.

Die Erfassung des Gesamtkeimgehaltes erfolgte im Koch'schen Plattenverfahren mit 1 g homogenisierter Probe auf Caseinpepton-Hefeextrakt-Dextrose-Agar ("Oxoid"; Bebrütung bei 25 °C/48 h).

Zum Nachweis der anaeroben Sporenbildner wurden 1 g, 0,1 g und 0,01 g homogenisiertes Untersuchungsmaterial in 10 ml Reinforced Clostridial Medium ("Oxoid") 10 Min. bei 80 °C erhitzt und dann anaerob bebrütet (35 °C/48 h).

b) Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengestellt. Alle Hautfasersaitlinge waren keimfrei, die Schaf- und Schweinesaitlinge enthielten sowohl aerobe als auch anaerobe Keime.

Tabelle 8: Gesamtkeimzahl in 1 g Saitling, anaerobe Sporenbildner in 0,01 g Saitling

Saitlingsart	Gesamtkeimzahl	Anaerobe Sporenbildner
Schafsaitling in Salz	10^3	+
Schafsaitling in Lake	10^3	+
Schafsaitling in Salzlösung	10^2	+
Schafsaitling frisch	10^3	+
Schweinesaitling in Salzlösung	10^2	+
Chinesischer Schweinesaitling in Salz	10^2	+
ESC 21	-	-
TWC 21	-	-
NSC 21	-	-
Devro Schottland braun	-	-
Devro USA	-	-
Tendrjax	-	-
Coria	-	-
Nippi	-	-

2. Untersuchungen an Würstchen

a) Material und Methodik

Zusammensetzung des Bräts für die Würstchen:

30 % grob entsehtes Rindfleisch
15 % grob entfettetes Schweinefleisch
10 % Schweinebacken
20 % Rückenspeck
25 % Eis

Zusätze pro kg Fleisch und Speck:

3 g Natriumdiphosphat
3 g Gewürzmischung

Zusätze pro kg fertiges Brät

Charge I: 20 g Kochsalz
1 g Dextrose

Charge II: 10 g Kochsalz
10 g Nitritpökelsalz
1 g Dextrose

Charge III: 20 g Nitritpökelsalz
1 g Dextrose

Das Brät wurde in folgende Saitlinge gefüllt:

ESC 21, TWC 21 und Schafsaitling in Lake (Schf.S.)

Charge I wurde 15 Min. bei 72 °C im offenen Kessel gebrüht. Chargen II und III wurden 30 Min. heiß geräuchert, 15 Min. bei 72 °C gebrüht und anschließend mit kaltem Wasser geduscht.

Eine Hälfte der Würstchen wurde offen, die andere vakuumverpackt bei + 2 °C gelagert.

Das rohe Brät wurde am Tag der Herstellung untersucht, die fertigen Würstchen am 1., 4. und 9. Tag, die vakuumverpackten zusätzlich am 14. Tag.

Von den 8 Tage alten Würstchen wurden zuerst Abklatschpräparate hergestellt, indem ein Stück der Würstchen mit der Oberfläche auf Gesamtkeimzahlagar ("Oxoid") gerollt und von einem anderen Stück die nach dem Abflammen angelegte Schnittfläche auf eine zweite Platte mit gleichem Nährboden gedrückt wurde.

Anschließend wurden je 10 g Probe im Ultra-Turrax homogenisiert und dann eine Verdünnungsreihe bis 10^5 angelegt. Als Verdünnungslösung diente Aq. dest. mit 0,1 % Pepton, 0,85 % Kochsalz und 0,075 % Agar (30).

Zur Erfassung der Keimzahl und zur Differenzierung der Keime wurde dann mit einer Pasteurpipette aus jeder Verdünnung ein Tropfen auf Nährböden verbracht, die in Tabelle 9 zusammengestellt sind (25).

Die Keimzahl pro g Probe wurde nach der Formel Verdünnungsstufe $\times 21$ errechnet. Die untere Grenze des Verfahrens lag bei 1000 Keimen pro Gramm.

Zur Prüfung der auf Selektivnährböden gewachsenen Keime wurden Kolonien isoliert und nach dem Schema von SCHMIDT-LORENZ (30) mittels folgender Tests differenziert:

Koloniefarbe,

Katalase,

Oxidase,

Gramfärbung,

Beweglichkeit und Zellform,

Sporenbildung,

Glucose-Fermentationstest nach Hugh und Leifson,

Staphylokokken-Koagulase.

Tabelle 9: Verwendete Nährböden

Nährboden	Bebrütung	Erfaste Flora	Begleitflora
All Purpose Trypton Agar, ATP (Merck)	30 °C / 2 d, anaerob	Gesamtkeimzahl einschließlich Milchsäurebakterien	-
Standard II Nähragar, M II (Merck)	30 °C / 2 d, aerob	aerobe, mesophile Gesamtkeimzahl	-
Cereus Selektivagar nach Mossel, BC (Merck)	30 °C / 2 d, aerob	Bacillus cereus	Mikrokokken, Bazillen, Enterobacteria
Slanetz und Bartley, Medium, SB (Oxoid)	45 °C / 2 d, aerob	Enterokokken	
Kristallviolett-Galle-Laktose-Agar, (Violet Red Bile) VRB (Oxoid)	37 °C / 2 d, aerob	Coliforme Keime	Bazillen, Pseudomonaden
M.R.S. Agar nach de Man, Rogosa und Sharpe, MRS (Oxoid)	37 °C / 2 d, anaerob	Laktobazillen	Clostridien, Bazillen
G.S.P. Agar (Pseudomonaden-Aeromonaden-Selektivagar nach Kielwein), GSP (Merck)	20 ± 1 °C / 2 d aerob (Zimmertemperatur)	Pseudomonaden, Aeromonaden	Bazillen
Staphylokokken-Selektivagar nach Baird-Parker, BP (Merck)	37 °C / 2 d, aerob	Staphylococcus aureus	Koagulase negative Staphylokokken, Mikrokokken
Bierwürzeagar pH 4, W (eigene Herstellung)	30 °C / 2 s, aerob	Hefen und Schimmelpilze	
Reinforced Clostridial Medium, RCM (Merck), mit 70 ppm Eisencitrat und 400 ppm Natriumsulfit	nach 10minütiger Erhitzung bei 80 °C 37 °C / 2 d, anaerob	Sulfitreduzierende Clostridien	

Die Selektivnährböden waren dann auch von störenden Bazillen, Mikrokokken, coryneformen Bakterien, Pseudomonaden und anderen gramnegativen Stäbchen bewachsen, wenn diese im Probematerial in größerer Anzahl vorhanden waren.

b) Ergebnisse

α) Beurteilung der Abklatschpräparate

Die Abklatsche der Oberflächen zeigten bei allen Würstchen einen mehr oder weniger dichten Rasen von Mikroorganismen. Die Abklatsche aller Schnittflächen ließen außen einen dichten Kolonienrasen erkennen, das Innere war unterschiedlich kontaminiert. Zur Saitlingsart und zur Nitritdosierung waren keine Beziehungen festzustellen.

β) Keimgehalte der Würstchen

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 10 - 12 zusammengestellt.

Im rohen Brät lag der Keimgehalt bei 10^6 und setzte sich vorwiegend aus Laktobazillen, Staphylokokken, Pseudomonaden, coliformen Keimen, Bazillen und Hefen zusammen. Er lag damit noch im Bereich des von

MOSSEL und DIJKMANN (20) vorgeschlagenen Standards für zerkleinertes Fleisch. Die Flora setzte sich aus der üblichen Verderbnisflora von gekühltem Fleisch zusammen, die nach MOSSEL und DIJKMANN aus *Pseudomonas*, *Acinetobacter*/*Moraxella*, *Flavobacterium* und *Alcaligenes* besteht. Die nachgewiesenen Staphylokokken waren koagulasen negativ. Enterokokken und andere Sporenbildner waren nicht nachweisbar.

Nach dem Brühen und eintägigen Lagern der Würstchen waren die Keimzahlen um zwei Zehnerpotenzen niedriger. In Charge I waren nun coliforme Keime und Laktobazillen nachzuweisen. Erst am 9. Tag und 14. Tag waren die Keimzahlen des rohen Bräts wieder erreicht oder überschritten. Bei nitrithaltigen Chargen lagen die Keimzahlen in der Regel um 10^2 niedriger als bei der Kochsalzcharge.

Die Zahl der Laktobazillen, die bei vakuumverpackten Produkten zur Hauptverderbnisflora zählen, stieg kaum über 10^3 an, weil niedrige Temperatur herrschte und die starke Bazillenbesiedlung einen kompetitiven Effekt ausübte.

Hefen waren nach dem Brühen nicht mehr nachzuweisen.

Die bei Kühlschranklagerung sonst vorherrschende psychrotrophe Flora aus gramnegativen Stäbchen war von Bazillen weit übertroffen.

In der nitritfreien Charge waren koagulasenegative Staphylokokken nachzuweisen, am Schluß der Untersuchung waren diese offenbar durch Bazillen und andere Keime unterdrückt.

Die Keimgehalte der vakuumverpackten Würstchen waren bis zum 9. Tag um eine Zehnerpotenz niedriger als die der losen; in der Art der Keime bestanden keine Unterschiede.

Die Würstchen der nitrihaltigen Chargen hatten bis zum 9. Tag ansprechendes Aussehen und zeigten auch keine Geruchsveränderungen; bei den nitritfreien Würstchen waren schon am 4. Tag Verderbniserscheinungen festzustellen, am 9. Tag bereits Erweichungsherde.

Ab 10^4 Keimen war "weiße Ware" nicht mehr genußfähig, bei Nitritpökelsalzzusatz und Räucherung waren die Würstchen noch bis zu Keimgehalten um 10^6 genußfähig. In nitrihaltigen Würstchen waren Staphylokokken nur in sehr geringen Mengen nachzuweisen.

Gramnegative Keime waren bei Erhitzung auf 70 °C im allgemeinen abgetötet; nur in Charge I waren sie vereinzelt noch nachzuweisen.

Die Art des Saitlings war auf den Keimgehalt fertiger Würstchen ohne Einfluß. Die zusätzliche Kontamination des Bräts durch Darmsaitlinge hat also unter den gegebenen Bedingungen weder zu höheren Keimgehalten noch zu einer Veränderung der Keimflora geführt.

Tabelle 10: Keimzahlen (in log) bei Charge I

Saitlingsart	ESC 21								in Würstchen TWC 21				Schf.S.				im rohen Brät
	1	4	9		14	1	4	9		14	1	4	9		14		
			+	-				+	-				+	-		+	
Tage nach der Herstellung	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	
vakuumpacktet	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	
Gesamtkeimzahl (APT)	4,9	3,3	4,5	7,9	6,9	7,0	3,7	3,8	~	7,9	7,1	7,9	4,8	4,6	4,9	6,2	6,7
Gesamtkeimzahl (M II)	5,1	4,0	5,5	~	6,9	7,0	4,3	3,7	3,9	7,9	7,0	7,9	4,9	4,8	~	7,3	6,7
Bazillen (BC)	4,9	3,2	3,5	6,8	6,6	6,9	4,0	3,5	3,9	7,5	6,5	7,2	4,9	3,5	3,7	6,7	7,8
Enterokokken (SB)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coliforme Keime (VRB)	4,4	2,8	3,7	5,9	5,2	~	5,0	~	2,9	~	5,5	~	3,2	2,3	3,9	5,5	4,0
Laktobazillen (MRS)	0	~	~	2,9	2,3	~	4,7	0	0	~	0	3,9	3,3	3,1	~	3,0	3,3
Pseudomonaden Aeromonaden (GSP)	0	2,8	3,4	~	2,6	6,7	0	2,8	2,9	~	6,9	7,8	2,3	4,0	3,5	7,2	6,6
Staphylococcus aureus (BP)	2,9	2,3	4,4	5,7	4,6	~	0	0	3,1	5,9	4,1	~	0	4,1	4,1	5,5	4,3
Hefen, Schimmel (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clostridien (RCM)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Keimart (Nährboden)	~ nicht auswertbar																kein Wachstum

Tabelle 12: Keimzahlen (in log) bei Charge III

Saitlingsart	in Würstchen								Schf. S.				im rohen Brät								
	ESC 21				TWC 21																
	1	4	9	14	1	4	9	14	1	4	9	14									
Tage nach der Herstellung	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+									
vakuumverpackt																					
Gesamtkeimzahl (APT)	3,4	3,6	3,6	4,8	4,2	6,8			3,0	3,2	4,1	5,1	4,8	5,8	3,4	2,6	2,8	5,0	~	4,0	6,1
Gesamtkeimzahl (M II)	3,5	4,7	4,1	4,8	4,5	8,2			3,1	3,4	4,4	5,6	5,1	6,0	3,6	3,0	3,5	5,5	4,9	6,4	6,2
Bazillen (BC)	3,2	3,6	3,5	4,3	4,0	7,7			2,8	3,2	3,4	4,4	4,4	5,8	3,5	2,8	2,9	4,6	~	5,5	6,6
Enterokokken (SB)	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coliforme Keime (VRB)	0	0	0	3,8	0	~			0	0	2,3	0	0	0	2,6	0	2,3	3,8	0	0	2,3
Laktobazillen (MRS)	0	2,9	3,2	2,6	0	0			0	~	0	0	0	0	0	0	~	0	2,0	0	4,7
Pseudomonaden Aeromonaden (GSP)	0	0	0	6,6	4,8	7,5			0	2,3	0	4,8	4,4	~	0	0	0	3,5	4,9	4,6	6,4
Staphylococcus aureus (BP)	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	5,1	0	0	0	2,6	4,9	~	3,3
Hefen, Schimmel (W)	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,0
Clostridien (RCM)	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
keimart (Nährboden)									~	nicht auswertbar	0	kein Wachstum									

V. Verdauungsversuche an Darm- und Hautfasersaitlingen

Nachdem gelegentlich behauptet wird, daß Hautfasersaitlinge wegen der notwendigen Härtung schwer verdaulich seien, wurde noch geprüft, ob bezüglich der Verdaulichkeit Unterschiede zwischen Darm- und Hautfasersaitlingen bestehen.

1. Material und Methodik

Die einbezogenen Saitlinge sind in Tabelle 13 zusammengestellt.

Alle Saitlinge wurden gewässert, aufgeblasen, geräuchert, gebrüht und dann getrocknet. 0,5 g wurden dann mit einer Analysenwaage in ein Becherglas eingewogen und dieses mit 10 ml einer Lösung von 1 % Natriumcarbonat und 1 g Protease (Fa. Henkel) aufgegossen.

Die Ansätze wurden dann für 30 Min. in ein Wasserbad mit 40 °C verbracht, und die enzymatischen Vorgänge anschließend mit 10 ml Trichloressigsäure gestoppt. Das Filtrat wurde auf Stickstoff untersucht, dieser auf Gesamtrohprotein umgerechnet und auf den Rohproteingehalt von 0,5 g Saitling bezogen, d.h. der prozentuale Anteil an verdaulichem Rohprotein ermittelt.

2. Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 zusammengestellt. Hautfasersaitlinge haben sich mit Ausnahme von NSC 21 gegenüber Darmsaitlingen als besser verdaulich erwiesen. Offenbar sind die Kollagenfasern in der lockeren Struktur der Hautfasersaitlinge von der Protease leichter aufzuschließen. Daß der Schafsaitling gegenüber dem Schweinesaitling noch relativ gut verdaulich war, dürfte mit seiner geringeren Stärke und der damit größeren Oberfläche zusammenhängen.

Diese Erklärung macht zugleich eine Schwäche des Versuches deutlich, nämlich die fehlende Sicherung gleicher Oberflächen durch vorherige Homogenisierung des Materials.

Tabelle 13: Verdaulichkeit diverser Saitlingsvarianten
(in %) bei einem in vitro-Test

	Mittelwert der Versuchsreihen	Versuch Nr.	
		1.	2.
Devro USA	99,8	99,7	99,9
ESC 21	98,9	98,5	99,3
Nippi	97,6	97,2	98,0
Coria	95,4	95,1	95,7
Devro Schottland braun	91,5	92,2	90,8
TWC 21	89,3	89,7	88,9
Tendrjax	88,7	88,3	89,1
Schafsaitling	87,0	85,6	87,4
NSC 21	75,3	75,0	75,6
Schweinesaitling	63,0	63,6	62,4

D. D I S K U S S I O N

Der Begriff "Saitling" ist auf dem Fleischsektor ein Oberbegriff für Wursthüllen mit kleinem Kaliber, die in der Regel zum Mitverzehr bestimmt sind. Derzeit zählen dazu

1. die überwiegend aus kollagenen Fasern bestehende Schicht zwischen der Schleimhaut und der Muskelschicht des Dünndarmes der kleinen Wiederkäuer und der Schweine, d.h. die Submucosa (siehe 1.62 der Leitsätze für Fleisch und Fleisch-Erzeugnisse des deutschen Lebensmittelbuches) und
2. die ebenfalls überwiegend aus kollagenen Fasern bestehenden, aus aufgelösten Hautanteilen neu geformten Hautfaserdärme, soweit diese in entsprechendem Kaliber und mit der o.a. Zweckbestimmung hergestellt sind (siehe Fußnote 10 zu 1.61 der o.a. Leitsätze).

In der vorliegenden Arbeit war zu klären, inwieweit sich Darmsaitlinge und Hautfasersaitlinge in diversen Qualitätsmerkmalen unterscheiden.

Zur Frage der Zartheit der Saitlinge, d.h. der Hüllen von Würstchen haben sich KOTTER und Mitarbeiter (13, 14) dahingehend geäußert, daß der Ausdruck "zarter Saitling", so wie er gewerbeüblich verwendet wird, praktisch überhaupt nicht in der Beschaffenheit des Darmes begründet ist. Ein Würstchen sei dann knackig und der Saitling werde dann als zart empfunden,

1. wenn die Wurstmasse gute Bindung habe, so daß im erhitzten Zustand eine ausgeprägte innere Spannung entstehen könne,
2. wenn durch die Räucherung Saitling und anliegendes Wurstgut zusammenhängend gehärtet seien, dabei jedoch keine zu starke Austrocknung der unter dem Saitling liegenden Wurstmasse erfolge,
3. wenn das fertige Würstchen keinem wesentlichen Schwund unterlegen habe, weil es auch dadurch zu oberflächlichen Verdichtungen der Wurstmasse kommen könne (oberflächliche Wurstmasse und Saitling bilden dann zusammen eine dickere, störende Hülle) und
4. wenn das Würstchen für den Verzehr so hoch erhitzt ist, daß es zwar noch nicht platzt, aber doch gute innere Spannung hat.

Der Ausdruck "zarte Hülle" bezieht sich also bei Würstchen nicht auf die Wursthülle im engeren Sinne, er besagt nur, daß die Oberfläche der Würstchen beim Verzehr nicht stört. Es ist leicht einzusehen, daß eine an sich zarte Wursthülle dann in Verbindung mit dem ankoagulierten Muskeleiweiß als störend empfunden wird, wenn die Wurstmasse infolge überhöhter Wasser- und/oder Fettgehalte oder infolge eines Herstellungsmangels (zu hohe Kuttertemperatur, zu niedriger pH des Bräts, Einwirkung hoher Sterilisationstemperaturen usw.) "kurz" oder schwammig ist oder wenn zu lange geräuchert wurde und dabei eine zu starke Härtung der oberflächlich gelegenen Wurstmasse erfolgte oder wenn die saitlingsnahe Wurstmasse bei der Herstellung oder sekundär austrocknete.

In eigenen Untersuchungen wurde versucht, über unterschiedliche Rezepturen eine diesbezügliche Differenzierung zu provozieren. Die Bindigkeit des Bräts war jedoch auch bei den "kritischen" Rezepturen noch relativ gut, so daß keine erheblichen Unterschiede zu beobachten waren.

Bemerkenswert war jedoch die Beobachtung, daß Würstchen aus Chargen mit etwas höheren relativen Bindegewebs-eiweißwerten (im Rahmen des Leitsatzmaximums) sogar unabhängig von der Höhe der absoluten BEFFE-Gehalte knackiger waren als solche mit zwar hohem BEFFE-Wert, jedoch relativ niedrigem Bindegewebs-eiweißgehalt. In beschränktem Rahmen scheint sich also ein etwas höherer relativer Bindegewebs-eiweißgehalt günstig auf den Genußwert der Würstchen auszuwirken.

Deutliche Unterschiede zeigten sich auch bei variiertem Räucherintensität: bei gleichem Brät und gleichem Saitling waren stärker geräucherte - jedoch noch nicht "überraucherte" - Würstchen in der Regel knackiger, und zwar insbesondere bei den Chargen mit höheren BEFFE-Werten. Wenn man die Hülle solcher Würstchen beim Kauen etwas isolierte, war allerdings bei Würstchen in Darmsaitlingen eine gewisse Derbheit zu beobachten.

Schon diese Beobachtung zeigt, daß Knackigkeit der Würstchen und Zartheit der Hülle nicht in dem Maße identisch sind, wie dies gelegentlich gesehen wird, auch wenn die beiden Kriterien in der Regel korrespondieren. Es gibt Fälle, in denen ein Würstchen trotz einer beim Räuchern relativ derb gewordenen Hülle knackig ist.

Unter diesem Aspekt ist auch eine Differenzierung zwischen Darmsaitlingen und Hautfasersaitlingen möglich. Die Hülle der Würstchen in Hautfasersaitlingen wurde beim isolierten Kauen häufig als zarter empfunden, in der Knackigkeit dominierten jedoch die Würstchen in Schafsaitling.

Die Beobachtung, daß die Hülle von Würstchen in Hautfasersaitlingen beim isolierten Kauen im allgemeinen etwas zarter war als die von Würstchen in Schafsaitling, fand auch eine Parallele in einem Erhitzungsversuch, weil Würstchen in Hautfasersaitlingen bei Temperaturen über 80 °C eher platzten als solche in Schafsaitlingen. Evtl. müßte noch mit anderen Rezeptur- und Herstellungsvarianten gearbeitet werden. Bei der Auswertung der Ergebnisse hat sich die Frage ergeben, ob das leichtere Platzen der Würstchen in Hautfasersaitlingen mit einer stärkeren Quellung zusammenhängt. Zur Klärung dieser Frage wäre es notwendig, Würstchen gleicher Chargen mit definierten Gewichten und mit in Überlaufgefäßen definierten Volumina der Erhitzung auszusetzen und anschließend wieder Gewichts- und Volumenbestimmungen vorzunehmen. Eine Erklärung dieses Sachverhaltes ergab sich auch bei histologischen und Verdauungsversuchen, weil die kollagenen Fasern der Schafsaitlinge natürlich verwoben und mit elastischen Fasern durchsetzt sind, während die kollagenen Fasern der

Hautfasersaitlinge gestreckt und meist mit Zellulosefaser versetzt vorliegen und deshalb auch von Proteasen leichter angegriffen werden.

Ein Nachteil der Hautfasersaitlinge ist nach wie vor, daß freie Wurstenden nicht gut verschlossen sind, sondern sich beim Brühen leicht rosettenartig öffnen.

Darmsaitlinge hatten trotz Vorbehandlung relativ hohe Keimgehalte, während Hautfasersaitlinge im untersuchten Bereich keimfrei waren. Auf den Keimgehalt der Würstchen hat sich der Keimgehalt der Darmsaitlinge nicht ausgewirkt. Bei der Darmaufbereitung ist trotzdem größte Sorgfalt geboten, weil Darmkeime, unter denen sich häufig auch pathogene befinden können, insbesondere über Brätreste auch in das Innere der Würstchen gelangen können und dann beim Räuchern und Brühen weniger leicht abgetötet werden als an der Oberfläche. Außerdem werden Saitlinge häufig auch für Brühwürste verwendet, die roh in den Verkehr kommen (z.B. Bratwürste zum Selbsterhitzen). "Weiße Ware", d.h. ohne Pökelfarbstoff hergestellte Würstchen haben die Grenze der Genußtauglichkeit nach der grobsinnlichen Beschaffenheit schon bei 10^4 Keimen erreicht, umgerötete Chargen sind noch bis 10^6 Keime einwandfrei.

E. ZUSAMMENFASSUNG

1. Die Literatur über Gewinnung und Behandlung, Verwendbarkeit und Mängel, Verarbeitungstechnik sowie histologische Feinstruktur von Darmsaitlingen und Saitlingen aus Rinderspalthäuten wurde besprochen.
2. In eigenen Untersuchungen wurden Darmsaitlinge und Hautfasersaitlinge auf bestimmte Kriterien untersucht, und zwar
 - a) in fleischtechnischen Versuchen (5 unterschiedliche Brätchargen, 6 verschiedene Saitlinge, 2 unterschiedliche Räucherverfahren) insbesondere auf Zartheit der Hülle, Knackigkeit der Würstchen und Neigung zu Platzen,
 - b) in histologischen Studien (9 Saitlingsvarianten, polarisiertes Licht, Färbung mit Resorcin-Fuchsin und Lugolscher Lösung) auf Form und Lage der kollagenen Fasern sowie auf Begleitelemente,
 - c) in mikrobiologischen Studien (14 Saitlingsvarianten) auf Gesamtkeimzahl und anaerobe Sporenbildner sowie Auswirkung der Darmsaitlinge (3 Varianten) auf Gesamtkeimzahl sowie Art der Keime und

d) in Verdauungsversuchen (Enzymtest mit 9 verschiedenen Saitlingen) auf Proteaseempfindlichkeit.

3. Etwas höhere Bindegewebsweißgehalte begünstigen die Knackigkeit von Würstchen.
4. Etwas stärker geräucherte Würstchen waren insbesondere bei höheren BEFFE-Anteilen knackiger als schwächer geräucherte.
5. Würstchen im Darmsaitling waren im allgemeinen knackiger als Würstchen in Hautfasersaitlingen.
6. Beim Kauen etwas isolierte Hüllen waren bei den Würstchen im Schafsaitling und noch mehr bei denen im Schweinesaitling etwas derber als bei den Würstchen im Hautfasersaitling.
7. Würstchen im Hautfasersaitling platzten bei der Erhitzung leichter als solche im Schafsaitling.
8. Im Darmsaitling liegen kollagene und elastische Fasern, im Hautfasersaitling kollagene und meist auch Zellulosefasern vor.

9. Hautfasersaitlinge wurden von Proteasen im allgemeinen leichter verdaut als Darmsaitlinge.
10. Die Enden von Würstchen im Hautfasersaitling zeigten infolge Ablösung des Saitlings kleine rosettenartige Öffnungen.
11. Hautfasersaitlinge waren im Gegensatz zu Darmsaitlingen im untersuchten Bereich keimfrei. Der Keimgehalt von Würstchen wurde unter den gewählten Bedingungen vom Keimgehalt der Darmsaitlinge nicht beeinflusst. Wegen der Möglichkeit des Vorkommens von pathogenen Keimen in Darmsaitlingen ist bei deren Behandlung trotzdem besondere Sorgfalt geboten.

F. S U M M A R Y

1. The literature about obtaining and manufacturing, availableness and shortcomings as well as fine histological structure of sausage casings (sheep small intestine and bovine corium), has been discussed.
2. Gut (mainly of sheep) and corium casings were tested as follows:
 - a) various sausage technologies comparing especially tenderness of casings, crunchiness of sausages, and a tendency towards bursting (5 different frying procedures, 6 kinds of casings, 2 smoking methods),
 - b) histological studies with respect to the form and location of collagen fibrils as well as accompanied elements (9 casing variations, polarized light, dying with Resorcin-Fuchsin, Lugol's solution, methylenblue),
 - c) microbiological studies concerning total count and count of anaerobic spore-formers (14 casings variations) and the influence of casing

(3 variations) on total count and on the kind of the microorganismus, and

d) digestion studies with regard to protease sensitiveness (enzyme tests with 9 different casings).

3. The crunchiness of sausages is improved by higher connective tissue.
4. Slightly more smoked sausages - especially with higher amounts of "BEFFE" (meat protein free from connective tissue protein) - have been more crunchy than shorter smoked ones.
5. As a rule sausages stuffed in sheep gut have been more crunchy than ones in bovine casings.
6. During chewing isolated casings of sheep origin - and especially those of pig guts - have been a little coarser than the ones out of sausages of bovine corium.
7. Sausages in bovine corium burst easier being heated than sausages in casings made of sheep intestine.

8. Collagen and elastic fibrils are in sheep gut, collagen and cellulose fibrils in the bovine one.
9. The corium-case (as a rule) is more readily digested by proteases than other casings.
10. Both end of the sausages made in bovine-corium showed little rosette like openings (because of the case loosening).
11. The bovine casings were opposite to the gut casings germfree. The total count of sausages tested (laboratory formulated preparation) has not been influenced by the total count of gut casings; however, one has to be very cautious during sausage manufacturing, because of the possibility, pathogens might occur in the intestine casings.

G. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. BECHTHOLD, E.:
Der praktische Fleischer.
6. Auflage
Hugo Matthaes Verlag, Stuttgart 1957
2. BEESKOW, P.:
Die Darmbearbeitung.
Verlag Allgemeine Fleischerzeitung, Berlin-Frankfurt M. 1950
3. CORETTI, K.:
Grünverfärbung bei Schäldarmwürstchen.
Fleischwirtschaft 13 (1961), 668
4. DRAWER, K.:
Fehler in Naturdärmen.
Fleischwirtschaft 52 (1972), 432
5. EFFENBERGER, G.:
Kunst darm, ein aktueller Bedarfsgegenstand für Fleisch-
warenindustrie und Fleischerhandwerk.
Fleischwirtschaft 54 (1974), 1030
6. EFFENBERGER, G.:
Kunst d är m e - Herstellung, Eigenschaften, Anwendung.
Schriftreihe Fleischforschung und Praxis, Heft 4,
Verlag der Rhein Hessischen Druckwerkstätte, Alzey 1976
7. GRAU, H., und P. WALTER:
Grundriß der Histologie und der vergleichenden mikrosko-
pischen Anatomie der Haustiere.
1. Auflage
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1967, 80

8. GRÜTTNER, F., und E. LIENHOP:
Taschenbuch der Fleischwarenherstellung.
6. Auflage
Verlag Günter Hempel, Braunschweig 1962
9. HORRIGHN, W.F., und M.E. Mc CANCE:
Laboratory methods in food and dairy microbiology.
Academic Press, London, New York, San Francisco 1976
10. HOROWITZ-WLIASSOWA, L.M.:
Über die Rotfärbung gesalzener Därme ("Roter Hund").
Zbl. Bakt. Orig. II 85 (1931), 12
11. INAL, T.:
Vorkommen von aeroben Bazillen in Schafdärmen und die
dadurch verursachten Fehlfabrikate bei der Wursther-
stellung.
Fleischwirtschaft 45 (1965), 933
12. KAMPE, F.:
Die Verwendung von eßbaren Eiweiß-Saitlingen für
Würstchen in vakuumverpackten und luftdicht ver-
schlossenen Behältnissen.
Fleischwirtschaft 56 (1976), 647
13. KOTTER, L., H. SCHMIDT und J. WENZL
Bemerkenswertes zum Thema "Fleisch-Verordnung"
Erscheint in Fleischwirtschaft
14. KOTTER, L., A. FISCHER und H. BASEL:
Brühwürste, Kochwürste, gegarte Fleischerzeugnisse.
Hauptbericht-DIG-Qualitätsprüfung für Frischwaren 1976:
Fleischwirtschaft 58 (1978), 244

15. KOTTER, L., und W. GEDEK:
Zur Bedeutung des Vorkommens von Salmonellen in
Lebensmitteln tierischer Herkunft
Zbl. Bakt. Ref. I 222 (1970), 206
16. KRÖLLING, O., und H. GRAU:
Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikrosko-
pischen Anatomie der Haustiere.
10. Auflage
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1960, 439
17. KÜNTZEL, A.:
Die Histologie der tierischen Haut (vor und während der
ledertechnischen Behandlung).
Verlag Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1925
18. LERCHE, M., H. RIEVEL und V. GOERTTLER:
Lehrbuch der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung.
3. Auflage
Verlag M. und H. Schaper, Hannover 1957, 415
19. NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE:
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.
2. Auflage, Band 2
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1967, 106
20. MOSSEL, D.A.A., K.E. DIJKMANN und J.M.A. SNIJDERS:
Microbials problems in handling and storage of fresh meats.
in: Cole, D.J.A. and R.A. Lawrie: Meat.
Butterworths, London 1975
21. MUSPACH, H.:
Zusatzstoffe bei der Behandlung von Naturdärmen nach
geltendem Lebensmittelrecht in der Bundesrepublik
Deutschland, dargelegt am Beispiel "Casingol" und
"Procasin".
Diss. med. vet. München 1967

22. PLASCHKE, W.:
Eine Ursache für das Platzen von Bockwürsten in Gläsern.
Fleischwirtschaft 13 (1961), 820
23. RAETHEL, G.:
Unsere gebräuchlichen Wursthüllen.
Verlagsbuchhandlung von Richard Schoetz, Berlin 1936
24. REICHERT, J.E., und J.C. HÖLL:
Möglichkeiten zur Verbesserung der Platzfestigkeit von
Würstchen.
Fleischwirtschaft 54 (1974), 29
25. REUTER, G.:
Mikrobiologische Analyse von Lebensmitteln mit
selektiven Medien.
Arch. Lebensmittelhyg. 21 (1970), 30
26. ROMEIS, B.:
Mikroskopische Technik.
16. Auflage
R. Oldenbourg Verlag, München - Wien 1968
27. ROHDE, J.:
Untersuchungen über den Keimgehalt von Saitlingen
während der Gewinnung und Bearbeitung.
Diss. med. vet. Berlin 1967
28. SCHEID, L.:
Die neuzeitliche Brühwurstherstellung.
Verlag Hans Holzmann, Bad Wörishofen 1965
29. SCHLEGEL, H.G.:
Allgemeine Mikrobiologie.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1976, 65

30. SCHMIDT-LORENZ, W.:
Neuere Methoden zur Gesamtkeimzahl-(Lebendkeimzahl-)
Bestimmung in Lebensmitteln, Teil A und Bestimmung der
Zusammensetzung der Mikroflora in Lebensmitteln, Teil B.
12. Fortbildungskurs für Lebensmittelmikrobiologie,
Zürich, Teil II/M₄/II.2., 6, 20
31. SCHMIDT, W.:
Handbuch für das Fleischergewerbe.
9. Auflage
Fachbuchverlag Dr. Pfannenberg & Co., Gießen 1958
32. SCHOOP, G.:
Salz und Bakterien.
Habilitationsschrift Hannover 1933
33. SCHOOP, G.:
Halophile Mikroben in Nahrungsmitteln.
Dt. tierärztl. Wschr. 42 (1934), 813
34. SCHULZE, K., und U. REUSSE:
Unterscheidungsmöglichkeiten von natürlichen und
künstlichen Därmen bei Würstchen.
Fleischwirtschaft 56 (1976), 1750
35. TANNER, F.W., und F.L. EVANS:
Effect of meat curing solutions on anaerobic bacteria.
II. Sodium chloride.
Zbl. Bact. Orig. II 88 (1933), 44
36. Handbuch für die Wursterei.
Verlag Metzgereipersonal-Verband der Schweiz, Zürich 1955
37. Verarbeitungsanleitung für den eßbaren Naturin-Saitling.
Herausgegeben vom Naturinwerk, Weinheim

38. Wissenswertes über den Naturdarm.
Herausgegeben vom Zentralverband der Deutschen Darm-
importeure
39. Leitsätze für Fleisch und Fleisch-Erzeugnisse des
Deutschen Lebensmittelbuches.
Bundesanzeiger Nr. 134 vom 25.7.1975
40. Fleisch-Verordnung vom 6.6.1973, i.d.F. v. 20.12.1977
BGBl. I. S. 2820
41. RÖMPP, H.:
Chemie Lexikon, 7. Auflage
Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1972

Mein herzlicher Dank gebührt

Herrn Professor Dr. Dr. h. c. L. Kotter
für die Überlassung des Themas und das
Interesse an der Arbeit,

den Herren Dr. H. Basel und Dr. P. Unsinn
für die eingehende fachliche Beratung und
Herrn Dr. F. Feder vom Institut für Histo-
logie und Embryologie der Tiere für die
freundliche Hilfe bei der Anfertigung der
mikroskopischen Aufnahmen.

Lebenslauf

Am 26. März 1953 wurde ich, Eva-Maria Bartenschlager, als Tochter des Kaufmannes Karl Rudolf Bartenschlager und Maria Johanna Bartenschlager, geb. Mayer, in München geboren.

Von 1959 bis 1963 besuchte ich die Grundschule in Grünwald und trat anschließend in das "Neusprachliche Gymnasium der Armen Schulschwestern am Anger" in München ein, das ich 1972 mit dem Abitur abschloß.

Im Wintersemester 1972/73 begann ich das Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

1977 legte ich die Tierärztliche Prüfung ab.

